

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

February 22, 2001

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月16日

出願番号

Application Number:

特願2001-075519

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

11046 U.S. PTO  
11010/079850  
02/22/02

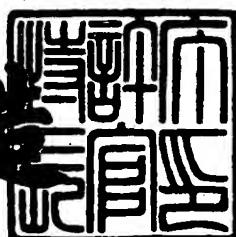


CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年12月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3110285

【書類名】 特許願

【整理番号】 2037230026

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 21/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 稲治 利夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 高祖 洋

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086737

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 和秀

【電話番号】 06-6376-0857

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007401

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9305280

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、駆動信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記駆動信号と前記電圧信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段と、前記位置制御信号と前記負荷推定信号を合成して前記駆動信号を生成する補正手段とを具備し、前記負荷推定信号が所定値を超えた場合には前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成されていることを特徴とするディスク装置。

【請求項2】 ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、位置制御信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記駆動信号と前記電圧信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され前記位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段とを具備し、前記負荷推定信号が所定値を超えた場合には前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成され、前記駆動信号は前記位置制御信

号に基づいて得られるように構成されていることを特徴とするディスク装置。

【請求項3】 前記速度負荷推定手段は、前記電圧検出手段の検出した電圧信号が入力される比較手段と、前記駆動信号に第1の係数を乗算する第1の乗算手段と、前記比較手段の出力に第2の係数を乗算する第2の乗算手段と、前記比較手段の出力を積分する第1の積分手段と、前記第1の乗算手段の出力から前記第2の乗算手段の出力と前記第1の積分手段の出力との加算値を減算した値を積分する第2の積分手段とを具備し、前記比較手段が前記電圧信号と前記第2の積分手段の出力を比較し、その結果を前記第2の乗算手段と前記第1の積分手段へ出力するように構成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のディスク装置。

【請求項4】 ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、駆動信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記電圧信号と前記位置制御信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段と、前記位置制御信号と前記負荷推定信号を合成して駆動信号を生成する補正手段とを具備し、前記負荷推定信号が所定値を超えた場合には前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成されていることを特徴とするディスク装置。

【請求項5】 前記速度負荷推定手段は、前記電圧検出手段の検出した電圧信号が入力される比較手段と、前記位置制御信号に第1の係数を乗算する第1の乗算手段と、前記比較手段の出力に第2の係数を乗算する第2の乗算手段と、前記比較手段の出力を積分する第1の積分手段と、前記第1の乗算手段の出力から前記第2の乗算手段の出力を減算した値を積分する第2の積分手段とを具備し、前

記比較手段が前記電圧信号と前記第2の積分手段の出力とを比較し、その結果を前記第2の乗算手段と前記第1の積分手段へ出力するように構成されていることを特徴とする請求項4に記載のディスク装置。

【請求項6】 前記速度負荷推定手段の制御帯域が、前記位置制御手段の制御帯域よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項1から請求項5までのいずれかに記載のディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ヘッドなどの記録再生ヘッドをアクチュエータにより記録媒体であるディスクの目標トラックの所望の位置へ高精度に位置決めを行うディスク装置に関し、さらにディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータの受ける慣性力などの外乱によるヘッドのトラックずれを抑制することができるディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置は、小型化、大容量化が急速に進んでいる。特に磁気ディスク装置の大容量化については、磁気ディスクのトラック密度の高密度化が進み、トラックピッチはさらに狭くなる傾向にある。そのため、磁気ディスクにデータを記録再生するため、狭いトラックピッチで形成された目標トラックに磁気ヘッドを高い精度で位置決めすることが必要になってきている。

【0003】

従来の磁気ディスク装置においては、磁気ヘッドを位置決めするために磁気ディスクにサーボ情報を予め形成しておき、このサーボ情報に従って磁気ヘッドの位置決め制御が行われている。すなわち、サーボ情報を磁気ヘッドで読み取ることにより、目標トラックに対する磁気ヘッドの位置誤差を示す誤差信号を生成し、この誤差信号の大きさが最小となるように磁気ヘッドは位置決め制御されている。

【0004】

したがって、磁気ヘッドの位置決め精度を高めるためには、磁気ヘッドの位置決め制御系の制御周波数を高く設定して、磁気ヘッドを目標トラックに迅速に位置決めし、必要な位置決め精度を確保していた。

#### 【0005】

しかし、位置決め機構のアクチュエータ自体には高次の固有機械共振が存在する場合があり、位置決め精度を高めるため制御周波数を高くすると、その固有機械共振により位置決め制御系が不安定になってしまうという問題がある。したがって、実際にはアクチュエータ自体の固有機械共振により、制御周波数の帯域は制限されるため、位置決め制御系の制御周波数を高めることには限界があった。そこで、磁気ヘッドの位置決め精度を高めるためには、位置決め精度を悪化させる要因であるアクチュエータに作用する外乱を低減することが行われている。

#### 【0006】

近年のトラック密度の高密度化とアクチュエータの小型軽量化により、アクチュエータに作用する外力が位置決め制御系に与える影響は大きい。しかも、磁気ディスク装置の小型化と高記録密度化に伴って、磁気ヘッドの高精度位置決めの要求は厳しくなる一方で、これら磁気ディスク装置では、フィードフォワード制御により外力を補償することが行われている。

#### 【0007】

例えば、磁気ディスクに記録されたサーボ情報からヘッド位置信号を得て、このヘッド位置信号とアクチュエータの駆動信号を入力とする外力推定手段により外力を補償する方法が提案されている（例えば、特開平9-231701号公報参照）。

#### 【0008】

また、近年、磁気ディスク装置は、携帯型のコンピュータなどに搭載されることが多く、このような携帯型のものは外部からの振動や衝撃を受けやすい。このような振動や衝撃に対して、磁気ディスク装置は高精度な位置決め状態を保持して目標トラックに追従させることは極めて困難である。

#### 【0009】

このような外部から加わる振動や衝撃に対して位置決め精度を確保する方法と

しては、磁気ヘッドの搭載された回転型アクチュエータ回転軸と磁気ヘッドを結ぶ面上に2つの加速度センサを設け、検出された信号をフィードフォワードすることで、磁気ヘッドの位置決め精度が振動や衝撃に対して低下するのを補償する方法がある（例えば、特開平4-123374号公報参照）。

## 【0010】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来技術においては、外力推定手段は、ヘッド位置信号とアクチュエータの駆動信号とを入力とする。磁気ディスクに記録されたサーボ情報は、一定のサンプリング周期をもつ離散的な状態でディスクに記録されているため、ヘッド位置信号は連続信号ではない。したがって、外力推定手段の外力を推定できる制御帯域は、ディスク装置のセクタサーボのサンプリング周波数の影響を受け、セクタサーボのサンプリング周波数によって上限が存在することになる。その結果、アクチュエータ手段に加わる外力を正確に推定することができず、アクチュエータ手段に加わる軸受摩擦などの外乱を良好に打ち消すことができないといった問題があった。その結果、ヘッドを目標トラックに対して正確に追従させることができなかった。

## 【0011】

さらには、振動や衝撃で磁気ヘッドがディスク面より離脱したときには、もはやディスクに記録されたサーボ情報を正確に検出できず、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を発生させるといった問題があった。

## 【0012】

また、上記の従来技術のように、磁気ディスク装置の外部から加わる振動や衝撃に対して位置決め精度を確保するために、これらの振動や衝撃の大きさを検出する加速度センサを筐体内に設けることは、装置の小型化および低価格化を阻害する。

## 【0013】

本発明は、上記問題点に鑑み、アクチュエータの軸受摩擦やアクチュエータと回路基板とを接続するフレキシブルプリント回路（FPC）の弾性力やディスク装置に外部から振動や衝撃が加わりアクチュエータに作用する慣性力などの外乱

を補償することにより、ヘッドを狭いトラックピッチで形成された目標トラックに高い精度で位置決め制御し、ディスクにデータを記録再生することが可能なディスク装置を提供することを第1の目的とする。

## 【0014】

また、本発明は、ディスク装置の筐体内に従来のような複数の加速度センサを特別に設けることなく、小型化および低価格化を実現することが可能なディスク装置を提供することを第2の目的とする。

## 【0015】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、アクチュエータに加わる軸受摩擦や弾性力、振動や衝撃により受けた慣性力などによる外乱を打ち消すために、その外乱の大きさを推定する。この外乱の大きさの推定に際して、2つの要素を用いる。1つは、アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し、その検出結果としての電圧信号を用いる。もう1つは、アクチュエータ手段の駆動手段における駆動信号である。ここで、駆動手段における駆動信号としては、駆動手段に入力するものであってもよいし、あるいは、駆動手段から出力するものであってもよい。また、駆動手段における駆動信号に代えて、その駆動信号を生成するもとになる位置制御信号を用いてもよい。すなわち、ヘッド移動速度と外乱の大きさを推定するための速度負荷推定手段を設け、この速度負荷推定手段をもって、電圧検出手段が検出した電圧信号と駆動手段における駆動信号または位置制御信号とを入力として、速度推定信号と負荷推定信号とを生成させる。2つの要素に基づいて生成した負荷推定信号は、ヘッドに実際に加わる外乱の大きさを正確に推定したものとなる。この結果、アクチュエータ手段の軸受摩擦やアクチュエータ手段と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力やディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱を正確に推定することができる。その推定にかかる外乱が負荷推定信号となる。なお、外乱の大きさの推定の過程でヘッド移動速度の推定を並行して行うので、ヘッド移動速度についても正確な推定となる。ヘッド移動速度の推定に直接に関連付けて外乱の大きさの推定を行う点が重要である。

## 【0016】

以上のようにして正確に推定した負荷推定信号をもってアクチュエータ手段に加わる外乱を打ち消すように、その負荷推定信号を位置制御手段が出力する位置制御信号に合成して駆動信号を生成する。その駆動信号を用いてヘッドのアクチュエータ手段を駆動することにより、アクチュエータ手段に加わる軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱を良好に打ち消すことができる。すなわち、アクチュエータ手段に作用する軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱に対する補償を行うことができるので、目標トラックへのフォローリング動作時にアクチュエータ手段に作用する外乱の変動が大きくても、ヘッドの目標トラックへの位置決め制御を安定に行うことができる。

## 【0017】

さらには、ディスクのデータの記録再生時において、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号の大きさをレベル検出手段で常に監視し、負荷推定信号の大きさが所定値を超えた場合にはレベル検出手段は切換信号を位置制御手段に出力する。切換信号に応じて位置制御手段は、位置検出手段の生成する誤差信号と速度負荷推定手段の生成する速度推定信号より位置制御信号を生成するので、ディスク装置に加わる振動や衝撃が大きくてもヘッドが目標トラックから大きくずれることを避けることができる。位置制御信号を生成するのに、ヘッドで検出した誤差信号だけを用いるのではなく、アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧信号と駆動手段における駆動信号または位置制御手段における位置制御信号とを入力として、速度負荷推定手段で得られた速度推定信号を併用する。したがって、振動や衝撃でヘッドがディスク面より離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。

## 【0018】

以上のように、本発明によれば、位置決め精度を向上させることができる。また、その副次的効果として、実質的に、トラック密度の向上を可能となし、大容量のディスク装置の実現化を促すことができる。

## 【0019】

また、本発明によれば、外部から振動や衝撃を受けやすい携帯型のコンピュータなどに搭載されても、振動や衝撃に対して信頼性の高いディスク装置を実現することができ、なおかつ、加速度センサを特別に設ける必要がないので、小型化および低価格化を実現することができる。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を総括的に説明する。

## 【0021】

本願第1の発明のディスク装置は、ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、駆動信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記駆動信号と前記電圧信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段と、前記位置制御信号と前記負荷推定信号を合成して前記駆動信号を生成する補正手段とを具備し、前記ディスク上へのデータの記録再生時には前記負荷推定信号が所定値を超えた場合には前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成されている。なお、この構成において、駆動手段における駆動信号としては、駆動手段に入力するものであってもよいし、あるいは、駆動手段から出力するものであってもよく、この点は以下でも同様である。

## 【0022】

この第1の発明による作用は次のとおりである。速度負荷推定手段は、アクチュエータ手段を駆動するための駆動手段に与える駆動信号とアクチュエータ手段から検出した電圧信号とに基づいて、アクチュエータ手段の軸受摩擦やアクチュエータ手段と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力やディスク装置に外部か

ら加わる振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱の大きさを正確に推定することができる。その推定にかかる外乱が負荷推定信号である。ここで、特に、目標トラックにヘッドを追従させるフォローライング動作時において駆動信号と電圧信号とからアクチュエータ手段に加わる軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱の大きさを正確に推定できることが重要である。

#### 【0023】

以上のようにして正確に推定した負荷推定信号をもってアクチュエータ手段に加わる外乱を打ち消すように、その負荷推定信号を位置制御手段が生成する位置制御信号に合成して駆動信号を生成する。その駆動信号をもってヘッドのアクチュエータ手段を駆動すれば、アクチュエータ手段に加わる外乱を良好に打ち消すことができる。すなわち、アクチュエータ手段に作用する軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外力に対する補償を行うことができるので、目標トラックへのフォローライング動作時に外乱の変動が大きくても、ヘッドの目標トラックへの位置決め制御を安定に行うことができ、位置決め精度を向上させることができる。

#### 【0024】

さらに、本発明のディスク装置では、ディスク上へのデータ記録再生時において、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号の大きさをレベル検出手段で常に監視し、負荷推定信号の大きさが所定値を超えた場合にはレベル検出手段は切換信号を位置制御手段に出力する。位置制御手段は、切換信号に応じて位置検出手段の生成する誤差信号と速度負荷推定手段の生成する速度推定信号より位置制御信号を生成するので、ディスク装置に加わる振動や衝撃が大きくてもヘッドが目標トラックから大きくずれることを避けることができる。位置制御信号を生成するのに、ヘッドで検出した誤差信号だけを用いるのではなく、速度負荷推定手段で得られた速度推定信号を併用する。したがって、振動や衝撃でヘッドがディスク面より離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。特にヘッドによるディスクへの記録時には、ヘッドが目標トラックから大きくずれ、隣接するトラックのデータを壊してしまうことを避けることができる。

#### 【0025】

本願第2の発明のディスク装置は、ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、位置制御信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記駆動信号と前記電圧信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され前記位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段とを具備し、前記ディスク上へのデータの記録再生時に前記負荷推定信号が所定値を超えた場合には前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成され、前記駆動信号は前記位置制御信号に基づいて得られるように構成されている。

## 【0026】

この第2の発明による作用は次のとおりである。上記の第1の発明と同様に、速度負荷推定手段は、アクチュエータ手段を駆動するための駆動手段に与える駆動信号とアクチュエータ手段から検出した電圧信号に基づいて、ヘッド移動速度とアクチュエータ手段の軸受摩擦やアクチュエータ手段と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力やディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱とを正確に推定することができる。また、ディスク上へのデータ記録再生時において、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号の大きさをレベル検出手段で常に監視し、負荷推定信号の大きさが所定値を超えた場合にはレベル検出手段は切換信号を位置制御手段に出力する。切換信号に応じて位置制御手段は、位置検出手段の生成する誤差信号と速度負荷推定手段の生成する速度推定信号より位置制御信号を生成するので、ディスク装置に加わる振動や衝撃が大きくてもヘッドが目標トラックから大きくずれることを避けることができる。

## 【0027】

また、位置制御信号を生成するのに、ヘッドで検出した誤差信号だけを用いるのではなく、速度負荷推定手段で得られた速度推定信号を併用する。したがって、振動や衝撃でヘッドがディスク面より離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。特にヘッドによるディスクへの記録時には、ヘッドが目標トラックから大きくずれ、隣接するトラックのデータを壊してしまうことを避けることができる。

#### 【0028】

本願第2の発明のディスク装置は、前記駆動信号として前記位置制御信号のみを使用し前記負荷推定信号を合成しないように構成され、上記第1の発明とは構成が異なる。前記駆動信号として前記位置制御信号のみを使用するので、前記位置制御信号と前記負荷推定信号とを合成する補正手段を省略することができる。その結果として、構成の簡素化をもたらすことができる。

#### 【0029】

本願第3の発明のディスク装置は、上記の第1と第2の発明において、前記速度負荷推定手段は、前記電圧検出手段の検出した電圧信号が入力される比較手段と、前記駆動信号に第1の係数を乗算する第1の乗算手段と、前記比較手段の出力に第2の係数を乗算する第2の乗算手段と、前記比較手段の出力を積分する第1の積分手段と、前記第1の乗算手段の出力から前記第2の乗算手段の出力と前記第1の積分手段の出力との加算値を減算した値を積分する第2の積分手段とを具備し、前記比較手段が前記電圧信号と前記第2の積分手段の出力とを比較し、その結果を前記第2の乗算手段と前記第1の積分手段へ出力するように構成されている。

#### 【0030】

この第3の発明による作用は次のとおりである。駆動信号を入力する第1の乗算手段の出力は、アクチュエータ手段に作用する駆動トルクに対応した駆動トルク推定信号となる。第2の積分手段の出力は、電圧検出手段から入力される電圧信号に対するフィードバック要素となる。電圧信号と第2の積分手段からのフィードバック要素との差分をとる比較手段の出力は、第1の積分手段と第2の乗算

手段に与えられる。前記の差分を積分する第1の積分手段の出力は、アクチュエータ手段が軸受から受ける摩擦やFPCから受ける弾性力や振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱に対応した負荷推定信号となる。その負荷推定信号に対して前記の差分に所定の係数を乗算した第2の乗算手段の出力を加算する。そして、前記駆動トルク推定信号から前記の加算値との差分をとって第2の積分手段に与える。

## 【0031】

以上の結果として、第1の積分手段が出力する負荷推定信号は、アクチュエータ手段が軸受やFPCから受ける弾性力や振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱を正確に推定したものに相当している。そして、このように正確に推定した負荷推定信号をもってアクチュエータ手段に加わる外乱を打ち消すようフィードフォワード補償を行うので、フォローリング動作においてアクチュエータ手段に作用する外乱に対する補償を行うことができ、フォローリング動作時にアクチュエータ手段での外乱の変動が大きくても、目標トラックに対するヘッドの位置決め制御を安定に行い、位置決め精度を向上させることができる。

## 【0032】

本願第4の発明のディスク装置は、ディスクに対してヘッドの位置決めを行うアクチュエータ手段と、駆動信号が入力されて前記アクチュエータ手段に駆動電流を供給する駆動手段と、前記アクチュエータ手段の駆動において発生する電圧を検出し電圧信号を出力する電圧検出手段と、前記ディスクに予め記録され前記ヘッドにより検出されるサーボ情報から前記ヘッドの現在位置に対応した誤差信号を生成し出力する位置検出手段と、前記誤差信号と前記速度推定信号とが入力され位置制御信号を生成する位置制御手段と、前記電圧信号と前記位置制御信号からヘッド移動速度と前記ヘッドに加わる外乱の大きさを推定し速度推定信号と負荷推定信号とを出力する速度負荷推定手段と、前記負荷推定信号の大きさに応じて前記位置制御手段へ切換信号を出力するレベル検出手段と、前記位置制御信号と前記負荷推定信号を合成して駆動信号を生成する補正手段とを具備し、前記ディスク上へのデータの記録再生時に前記負荷推定信号が所定値を超えた場合に

は前記切換信号に応じて前記誤差信号と前記速度推定信号より前記位置制御信号を生成するように構成されている。

【0033】

この第4の発明による作用は次のとおりである。速度負荷推定手段は、アクチュエータ手段を駆動するための駆動手段に与えるように位置制御手段から出力された位置制御信号とアクチュエータ手段から検出した電圧信号とに基づいて、アクチュエータ手段の軸受摩擦やアクチュエータ手段と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力や外部からの振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱の大きさを正確に推定することができる。その推定にかかる外乱が負荷推定信号である。ここで、特に、目標トラックにヘッドを追従させるフォローリング動作時において位置制御信号と電圧信号とからアクチュエータ手段に加わる軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱の大きさを正確に推定できることが重要である。

【0034】

以上のようにして正確に推定した負荷推定信号をもってアクチュエータ手段に加わる外乱を打ち消すように、その負荷推定信号を位置制御手段が出力する位置制御信号に合成して駆動信号を生成する。その駆動信号をもってヘッドのアクチュエータ手段を駆動すれば、アクチュエータ手段に加わる軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱を良好に打ち消すことができるので、目標トラックへのフォローリング動作時に外乱の変動が大きくても、ヘッドの目標トラックへの位置決め制御を安定に行うことができ、位置決め精度を向上させることができる。

【0035】

さらに、本発明のディスク装置では、ディスク上へのデータ記録再生時において、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号の大きさをレベル検出手段で常に監視し、負荷推定信号の大きさが所定値を超えた場合にはレベル検出手段は切換信号を位置制御手段に出力する。位置制御手段は、切換信号に応じて位置検出手段の生成する誤差信号と速度負荷推定手段の生成する速度推定信号より位置制御信号を生成するので、ディスク装置に加わる振動や衝撃が大きくてもヘッドが目標トラックから大きくずれることを避けることができる。

## 【0036】

また、位置制御信号を生成するのに、ヘッドで検出した誤差信号だけを用いるのではなく、速度負荷推定手段で得られた速度推定信号を併用する。したがって、振動や衝撃でヘッドがディスク面より離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。特にヘッドによるディスクへの記録時には、ヘッドが目標トラックから大きくずれ、隣接するトラックのデータを壊してしまうことを避けることができる。

## 【0037】

本願第5の発明のディスク装置は、上記の第4の発明において、前記速度負荷推定手段は、前記電圧検出手段の検出した電圧信号が入力される比較手段と、前記位置制御信号に第1の係数を乗算する第1の乗算手段と、前記比較手段の出力に第2の係数を乗算する第2の乗算手段と、前記比較手段の出力を積分する第1の積分手段と、前記第1の乗算手段の出力から前記第2の乗算手段の出力を減算した値を積分する第2の積分手段とを具備し、前記比較手段が前記電圧信号と前記第2の積分手段の出力を比較し、その結果を前記第2の乗算手段と前記第1の積分手段へ出力するように構成されている。

## 【0038】

この第5の発明による作用は次のとおりである。位置制御手段からの位置制御信号を入力する第1の乗算手段の出力は、アクチュエータ手段に作用する駆動トルクに対応した駆動トルク推定信号となる。第2の積分手段の出力は、電圧検出手段から入力される電圧信号に対するフィードバック要素となる。電圧信号と第2の積分手段からのフィードバック要素との差分をとる比較手段の出力は、第1の積分手段と第2の乗算手段に与えられる。前記の差分を積分する第1の積分手段の出力は、アクチュエータ手段が軸受から受ける摩擦やFPCから受ける弾性力や振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力などの外乱に対応した負荷推定信号となる。前記駆動トルク推定信号から前記の差分に所定の係数を乗算した第2の乗算手段の出力との差分をとって第2の積分手段に与える。第2の積分手段の演算途中の値を速度推定信号とすることができる。

## 【0039】

以上の結果として、第1の積分手段が出力する負荷推定信号は、アクチュエータ手段が軸受やFPCから受ける外乱と振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力を正確に推定したものに相当している。そして、このように正確に推定した負荷推定信号をもってアクチュエータ手段に加わる外乱を打ち消すようにフィードフォワード補償を行うので、フォローリング動作においてアクチュエータ手段に作用する外乱に対する補償を行うことができ、フォローリング動作時にアクチュエータ手段での外乱の変動が大きくても、目標トラックに対するヘッドの位置決め制御を安定に行い、位置決め精度を向上させることができる。さらに、上記の第3の発明で必要とした第1の積分手段と第2の乗算手段との加算を行う必要がなく、その加算のための手段を省略することができる、構成の簡素化をもたらすことができる。

## 【0040】

本願第6の発明のディスク装置は、上記の第1～第5の発明において、前記速度負荷推定手段の制御帯域が、前記位置制御手段の制御帯域よりも大きく設定されている。

## 【0041】

この第6の発明による作用は次のとおりである。位置決め制御系の制御帯域を広げることは比例のゲインを大きくすることであるが、ディスク装置のセクタサーボのサンプリング周波数やアクチュエータ手段がもつ固有機械共振周波数によって上限が存在することになる。これに対して、速度負荷推定手段ではディスク装置のセクタサーボのサンプリング周波数の影響を受けない。したがって、速度負荷推定手段においては、その制御帯域を位置決め制御系の制御帯域よりも高く設定することができる。その結果として、より高い制御帯域にわたって、ヘッドを目標トラックに対して正確に追従させることができる。

## 【0042】

## (具体的な実施の形態)

以下、本発明にかかるディスク装置の具体的な実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、同様の機能を有するものには同一の符号を付けて説明す

る。

## 【0043】

## (実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1にかかるディスク装置の構成を示すブロック図である。図1において、符号の1は磁気ディスクで、スピンドルモータ（図示せず）により回転される。2は磁気ディスク1に対してデータを記録再生する磁気ヘッド、3はアームで、一端に搭載された磁気ヘッド2を軸受4の周りに回動させることにより、磁気ヘッド2を磁気ディスク1における目標トラックへ移動させる。5はアーム3の後端に設けられた駆動コイル、6は固定子で、駆動コイル5に対向する面にはマグネット（図示せず）が配置されている。固定子6に配置されたマグネットが発生する磁束と駆動コイル5に通電される電流が作る磁界との相互作用によりアーム3は回転力を受けける。磁気ヘッド2、アーム3、軸受4、駆動コイル5、固定子6によりアクチュエータ7を構成している。10は駆動器、11は駆動器10に含まれる電圧検出器で、駆動コイル5の両端に発生する電圧を検出し、電圧信号 $V_a$ を出力する。12は速度負荷推定器で、電圧検出器11の出力する電圧信号 $V_a$ と駆動器10の入力である駆動信号 $u$ とからアーム3に作用する外乱トルク $\tau_d$ を推定し、負荷推定信号 $\tau_d est$ を出力する。磁気ヘッド2で読み出された信号は、位置検出器13に入力される。磁気ディスク1の各セクタには予めサーボ情報としてトラックの位置信号が記録されており、この位置信号は磁気ヘッド2により読み込まれる。位置検出器13は、磁気ヘッド2により読み込まれた位置信号により磁気ヘッド2の現在位置を検出し、目標トラックの目標位置 $r$ との差を示す位置誤差信号 $e$ を生成する。位置制御器14は、位置検出器13で生成された位置誤差信号 $e$ と速度負荷推定器12で生成された速度推定信号 $v est$ とが入力されて、増幅および位相補償が行われ、位置制御信号 $c$ を生成する。15は補正器で、位置制御器14の位置制御信号 $c$ と速度負荷推定器12の負荷推定信号 $\tau_d est$ とが入力され、補正器15で補正演算を施した後、駆動信号 $u$ を駆動器10へ入力する。駆動器10は、入力された駆動信号 $u$ に応じて駆動コイル5に駆動電流 $I_a$ を通電し、アーム3を軸受4を中心に回動させ、アーム3の先端に取り付けられた磁気ヘッド2を回転移動させ、磁気

ディスク1にデータを記録再生するために磁気ヘッド2を狭いトラックピッチで形成された目標トラックに高い精度で位置決めさせるように構成されている。16はレベル検出器で、速度負荷推定器12で生成される負荷推定信号 $\tau d_{est}$ が入力されている。レベル検出器16は、負荷推定信号 $\tau d_{est}$ の大きさに応じて切換信号 $t$ を位置制御器14へ出力する。

## 【0044】

ここで、特許請求の範囲の記載との対照を行うと、駆動器10が駆動手段に相当し、電圧検出器11が電圧検出手段に相当し、速度負荷推定器12が速度負荷推定手段に相当し、位置検出器13が位置検出手段に相当し、位置制御器14が位置制御手段に相当し、補正器15が補正手段に相当し、レベル検出器16がレベル検出手段に相当している。

## 【0045】

次に、実施の形態1のディスク装置の位置決め制御系の動作について図2を用いて説明する。図2は、実施の形態1のディスク装置における位置決め制御系の全体構成を示すブロック線図である。

## 【0046】

図中的一点鎖線で囲んだ部分30が速度負荷推定器12のブロックで、図中的一点鎖線で囲んだ部分21が位置制御器14のブロックである。同じく一点鎖線で囲んだ部分47が補正器15のブロックである。なお、図2において、sはラプラス演算子を表すものである。また、図2において、セクタサーボのサンプリングによるホールド要素については、説明を簡単にするため、これを省略している。

## 【0047】

図2において、磁気ヘッド2の検出した現在トラック位置をxとすれば、目標トラック位置rに対する位置誤差eは、(数1)で表され、この位置誤差信号eは比較器20で得られる。

## 【0048】

## 【数1】

$$e = r - x$$

図2において、一点鎖線で囲んで示したブロック21は、位置制御器14のブロック線図で、位置誤差信号eと速度負荷推定器12の速度推定信号 $v_{est}$ とが入力されている。この位置制御器14を示すブロック21に含まれるブロック54は、比較器20から出力される位置誤差信号eに伝達関数 $Gx(z)$ のデジタルフィルタ処理を施し、結果を減算器56へ出力する。ブロック30から出力される速度推定信号 $v_{est}$ は、切換器57を介してブロック55に入力される。ブロック55は、ブロック30から出力される速度推定信号 $v_{est}$ を $Kd$ 倍し、結果を減算器56へ出力する。減算器56は、ブロック54の出力からブロック55の出力を減算して位置制御信号cを生成する。ブロック54では、通常のPID位置決め制御が施され、伝達関数 $Gx(z)$ は、例えば(数2)で表現できる。

## 【0049】

## 【数2】

$$Gx(z) = Kx \left\{ 1 + a_d (1 - z^{-1}) + a_i \frac{z^{-1}}{1 - z^{-1}} \right\}$$

ここで、 $z^{-1}$ は1サンプル遅延を示し、 $Kx$ は位置決め制御系の比例ゲインを示す。係数 $a_d$ 、 $a_i$ は周波数特性を表す定数を示し、係数 $a_d$ は微分係数、係数 $a_i$ は積分係数である。

## 【0050】

速度負荷推定器12で生成される負荷推定信号 $\tau_d$ をレベル検出器16で常に監視しておき、所定のレベルを超えない、大きな振動や衝撃が加わらない通常状態では、切換器57は開放されている。すなわち、ブロック30の出力する負荷推定信号 $\tau_d$ が、所定レベル内にあれば、レベル検出器16の切換信号 $t$ により切換器57は開放されているので、位置制御器14の生成する位置制御信号cは、(数3)で表現できる。

## 【0051】

## 【数3】

$$c = Gx(z) \cdot e$$

一方、ブロック30の負荷推定信号  $\tau_d$  の大きさが所定レベルを超えたときには、レベル検出器16より“H”レベルの切換信号  $t$  が output される。ここで、しきい値レベルは、磁気ヘッド2が目標トラックから大きくずれる程度の振動や衝撃に対応する値である。レベル検出器16の出力する切換信号  $t$  は、切換器57に入力され、“H”レベルのときに切換器57を閉じる。切換信号  $t$  が切換器57に入力された場合には、切換器57は閉じられるので、位置制御器14の生成する位置制御信号  $c$  は、(数4)で表現できる。

## 【0052】

## 【数4】

$$c = Gx(z) \cdot e - Kd \cdot v_{est}$$

ここで、便宜上、離散値と連続値の混在した関係式で示した。

## 【0053】

ブロック21で生成された位置制御信号  $c$  は加算器46を経由して駆動信号  $u$  となる。駆動信号  $u$  は、ブロック22(伝達関数は  $g_m$ )の駆動器10において、電圧信号から  $g_m$ 倍の電流信号に変換され、駆動電流  $I_a$  を出力する。ブロック23で表されるアクチュエータ7において、駆動コイル5に通電される駆動電流  $I_a$  は、それが作る磁界と前述した固定子6のマグネットの磁束との相互作用により伝達関数  $K_t$  で駆動トルク  $\tau$  に変換される。ここで、伝達関数  $K_t$  はアクチュエータ7のトルク定数である。ブロック24の伝達関数  $(L_b/J \cdot s)$  は、アーム3に作用する駆動トルク  $\tau$  から磁気ヘッド2の移動速度  $v$  への伝達特性を表わす。ここで、  $J$  はアーム3の慣性モーメントを示し、  $L_b$  はアーム3の軸受4から磁気ヘッド2までの距離を示している。ブロック29は積分器で、伝達関数は  $1/s$  で表され、磁気ヘッド2の移動速度  $v$  が現在トラック位置  $x$  に変換される。

## 【0054】

ブロック26とブロック27で表される電圧検出器11において、ブロック26はアクチュエータ7が回動することにより駆動コイル5の両端に発生する誘起電圧 $E_a$ を出力し、ブロック27は駆動コイル5に駆動電流 $I_a$ が通電されることにより発生する電圧降下分 $(R_a + L_a \cdot s) \cdot I_a$ を出力し、加算器28でそれを加算することによりアクチュエータ7の端子電圧を電圧信号 $V_a$ として出力する。すなわち、

【0055】

【数5】

$$V_a = E_a + (R_a + L_a \cdot s) I_a$$

の関係がある。ここで、 $R_a$ は駆動コイル5のコイル抵抗、 $L_a$ は駆動コイル5のインダクタンスを示す。

【0056】

アクチュエータ7の軸受摩擦やアクチュエータ7と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力や磁気ディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受ける慣性力などのアーム3に作用する外乱 $\tau_d$ は、比較器25でブロック24の前段に入力される形に表現できる。

【0057】

図2の一点鎖線で囲んだ部分のブロック30は、速度負荷推定器12のブロック線図を示すもので、このブロック30は、駆動器10であるブロック22の伝達関数と同じ伝達関数をもつブロック32と、アクチュエータ7であるブロック23の伝達関数と同じ伝達関数をもつブロック33と、ブロック24の伝達関数と同じ伝達関数をもつブロック34と、電圧検出器11であるブロック26の伝達関数と同じ伝達関数をもつブロック35と、ブロック27の伝達関数と同じ伝達関数をもつブロック39を含んでいる。ブロック32とブロック33を合わせたものが第1の乗算器41、ブロック44が第2の乗算器、ブロック43が第1の積分器、ブロック34とブロック35を合わせたものが第2の積分器42をそれぞれ構成している。ここで、ブロック30の各定数のサフィックス“n”は公称値を示し、“e s t”を付した変数は推定値を示す。ここで、特許請求の範囲

の記載との対照を行うと、第1の乗算器が第1の乗算手段に相当し、第2の乗算器が第2の乗算手段に相当し、第1の積分器が第1の積分手段に相当し、第2の積分器が第2の積分手段に相当し、比較器37が比較手段に相当している。

## 【0058】

ブロック22に入力される駆動信号 $u$ は、速度負荷推定器12を構成するブロック32にも入力され、ブロック32とブロック33とで $(g_{mn} \cdot K_{tn})$ 倍することによりアーム3に作用する駆動トルク $\tau$ と同一の駆動トルク推定信号 $\tau_{est}$ が得られる。

## 【0059】

図2において、ブロック34からは速度推定信号 $v_{est}$ が出力される。ブロック35で、速度推定信号 $v_{est}$ を $K_{vn}$ 倍することにより得られた誘起電圧推定信号 $E_{a_{est}}$ と、アクチュエータ7に推定電流 $I_{a_{est}}$ が通電されることにより発生する電圧降下分 $(R_{an} + L_{an} \cdot s) \cdot I_{a_{est}}$ とが加算器36で加算され、加算器36からは、電圧推定信号 $V_{a_{est}}$ が出力される。電圧推定信号 $V_{a_{est}}$ は、比較器37に入力され、実際に検出された電圧信号 $V_a$ と比較され、その結果の誤差信号 $\alpha$  ( $= V_a - V_{a_{est}}$ ) がブロック43で表される第1の積分器とブロック44で表される第2の乗算器とに入力される。第1の積分器43は、誤差信号 $\alpha$ を積分し、外乱についての負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ を出力する。ブロック44で表される第2の乗算器には誤差信号 $\alpha$ が入力され、 $g1$ 倍されて加算器38に加えられる。加算器38の出力は減算器31に入力され、ブロック33の出力する駆動トルク推定信号 $\tau_{est}$ から加算器38の出力を減算した結果 $\gamma$ をブロック34に出力する。

## 【0060】

なお、ブロック44の係数 $g1$ とブロック43の係数 $g2$ は、速度負荷推定器12の動作を安定化するための定数であり、その詳細については後述する。

## 【0061】

図2において、一点鎖線で囲んで示したブロック47は、補正器15のブロック線図である。この補正器15に含まれるブロック45は、負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ を $1/(g_{mn} \cdot K_{tn})$ 倍することにより、アーム3に負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ に

相当する大きさの駆動力を発生させるのに必要な駆動器10への補正信号 $\beta$ を生成する。補正信号 $\beta$ は加算器46において位置制御信号 $c$ に加算される。

## 【0062】

次に、ブロック30の速度負荷推定器12の動作について図3を参照して詳細に説明する。

## 【0063】

図3(a)は、図2のブロック30を書き直したブロック線図で、駆動信号 $u$ の入力から負荷推定信号 $\tau_d$ の出力までの伝達を示す。図3(b)は、図3(a)のブロック線図において、(数5)をもとに電圧信号 $V_a$ の入力位置(比較器37)を等価的に変換移動することにより、図3(a)のブロック線図を変形したブロック線図である。ここで、説明を簡単にするため、図2のブロック22の $g_m$ とブロック32の $g_{mn}$ の値とが等しく、

## 【0064】

## 【数6】

$$g_m = g_{mn}$$

と仮定し、駆動電流 $I_a$  ( $= g_m \cdot u$ ) と推定電流 $I_{a_{est}}$  ( $= g_{mn} \cdot u$ ) とが等しいものとした。

## 【0065】

(数5)の第1項と第2項に着目して、第1項の $E_a$ は、大きさを ( $J_n \cdot s$ ) / ( $L_b n \cdot K v_n$ ) 倍すれば、図3(a)の比較器37の入力位置を図3(b)に示す減算器48の入力位置に等価的に移動することができる。また、(数5)の第2項の ( $R_a + L_a \cdot s$ ) ·  $I_a$ は、図3(a)のブロック39に含めて、図3(b)のブロック49のように表現することができる。

## 【0066】

図3(b)の減算器48に着目すると、減算器48の出力である $\delta$ は(数7)のように表される。

## 【0067】

【数7】

$$\delta = K_{tn} \cdot I_a - \frac{J_{n \cdot s}}{L_{bn} \cdot K_{vn}} E_a$$

次に、図2の比較器25、ブロック24, 26に着目すると、(数8)の関係がある。

【0068】

【数8】

$$E_a = \frac{L_b \cdot K_v}{J \cdot s} (K_t \cdot I_a - \tau d)$$

ここで、簡単のために、

【0069】

【数9】

$$K_t = K_{tn}$$

【0070】

【数10】

$$\frac{L_b \cdot K_v}{J} = \frac{L_{bn} \cdot K_{vn}}{J_n}$$

と仮定し、(数8)を(数7)に代入すると、(数7)は、(数11)のように変形される。

【0071】

【数11】

$$\delta = \tau d$$

すなわち、減算器48の出力である $\delta$ は、アーム3に加わる外乱 $\tau d$ に等しい

【0072】

したがって、図3(b)のブロック線図より、アーム3に加わる外乱 $\tau d$ から負荷推定信号 $\tau d_{est}$ までの伝達関数を求めると、(数12)に示すようになる

【0073】

【数12】

$$\tau_{\text{dest}} = \frac{\frac{Lbn}{Jn} \cdot Kvn \cdot g2}{s^2 + \frac{Lbn}{Jn} \cdot Kvn \cdot g1 \cdot s + \frac{Lbn}{Jn} \cdot Kvn \cdot g2} \cdot \tau_d$$

(数12) から、速度負荷推定器12は、図2の一点鎖線で囲んだブロック30内のループによって、駆動信号uと電圧信号V<sub>a</sub>とから実際の外乱 $\tau_d$ を2次遅れ系で推定できることが分かる。

【0074】

ここで、2次遅れ系の自然角周波数（推定角周波数）を $\omega_0$ 、ダンピングファクタを $\zeta_0$ とすれば、速度負荷推定器12の動作を安定化する定数 $g1$ および $g2$ はそれぞれ下記の（数13）および（数14）で表される。

【0075】

【数13】

$$g1 = 2\zeta_0 \cdot \omega_0 \cdot \frac{Jn}{Lbn \cdot Kvn}$$

【0076】

【数14】

$$g2 = \omega_0^2 \cdot \frac{Jn}{Lbn \cdot Kvn}$$

ここで、推定角周波数 $\omega_0$ を速度制御帯域 $f_c$ より十分高く設定し、ダンピングファクタ $\zeta_0$ を0.7~1に選べば、速度負荷推定器12により軸受摩擦や弾性力や慣性力などの外乱 $\tau_d$ を正確に推定することができる。

【0077】

(数12)を(数13), (数14)を用いて変形すると、

【0078】

## 【数15】

$$\tau_{dest} = \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\zeta\omega_0 \cdot \omega_0 \cdot s + \omega_0^2} \cdot \tau_d$$

となる。すなわち、図3 (a) の速度負荷推定器12のブロック線図は、図3 (c) のブロック52に示すように簡略化することができる。

## 【0079】

次に、ブロック47で示す補正器15の動作について図4を参照して詳細に説明する。

## 【0080】

図2の一点鎖線で囲んだ部分のブロック47は、補正器15のブロック線図を示す。ブロック45は、負荷推定信号 $\tau_d$ を $1/(g_{mn} \cdot K_{tn})$ 倍した補正信号 $\beta$ を加算器46へ出力する。すなわち、負荷推定信号 $\tau_d$ を $1/(g_{mn} \cdot K_{tn})$ 倍することにより、アクチュエータ7に負荷推定信号 $\tau_d$ に相当する大きさの駆動力を発生させるに必要な補正信号 $\beta$ を加算器46へ出力させる。さらに補正信号 $\beta$ は、ブロック22とブロック23とにより $g_{mn} \cdot K_{tn}$ 倍されることから、大きさを合わせるために前もって、負荷推定信号 $\tau_d$ を $1/(g_{mn} \cdot K_{tn})$ 倍している。

## 【0081】

以上をまとめると、実施の形態1のディスク装置は、アクチュエータ7の軸受摩擦やアクチュエータ7と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力やディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受けける慣性力などによる外乱 $\tau_d$ を打ち消すように、負荷推定信号 $\tau_d$ をアクチュエータ7に作用させるように構成されているということができる。

## 【0082】

図4 (a) は、図2のブロック線図において、補正器15の動作に関連する加算器46から比較器25、ブロック24までの部分を抜き出したブロック線図である。図4 (b) は、比較器25に加わる外乱 $\tau_d$ とブロック52に加わる外乱 $\tau_d$ とを、1つの $\tau_d$ にまとめたブロック線図である。なお、図2のブロック線図と同一の機能を有するものについては同一の符号を付して重複した説明は省略

する。

## 【0083】

図4 (a) のブロック線図において、ブロック52は図3 (c) のブロック52に相当し、(数15) で表わされる伝達関数を有する。

## 【0084】

したがって、図4 (b) よりアーム3に外部から加わる外乱 $\tau_d$ は、(数16) の伝達関数で表されるフィルタを通してヘッド位置決め制御系に加わるものと考えることができる。

## 【0085】

## 【数16】

$$G_d(s) = 1 - \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\xi_0 \cdot \omega_0 \cdot s + \omega_0^2}$$

$$= \frac{s^2 + 2\xi_0 \cdot \omega_0 \cdot s}{s^2 + 2\xi_0 \cdot \omega_0 \cdot s + \omega_0^2}$$

図5は、(数16) で表される伝達関数 $G_d(s)$ の周波数特性を折れ線近似で示したものである。図5に示す伝達関数 $G_d(s)$ の周波数特性から角周波数 $\omega_0$ より低い角周波数では、ゲインは0 dB以下であり、角周波数 $\omega$ の下降に伴って、-20 dB/dec (ディケード) の減衰比で減衰している。decは10倍を意味する。すなわち、伝達関数 $G_d(s)$ は、図5より、角周波数 $\omega_0$ より低い周波数を抑制することができる低域遮断フィルタ特性を有している。

## 【0086】

すなわち、本発明の実施の形態1のディスク装置は、アーム3に軸受摩擦や弾性力や慣性力などによる外乱 $\tau_d$ が作用しても、この外乱 $\tau_d$ を速度負荷推定器12により推定し、負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ もって外部から加わった外乱 $\tau_d$ を打ち消すように制御するように構成されている。したがって、外部から加わった外乱 $\tau_d$ が、あたかも(数16) および図5の遮断周波数特性を有するフィルタを通してヘッド位置決め制御系に加わったように作用する。したがって、本発明の実施の形態1のディスク装置では角周波数 $\omega_0$ 以下の周波数においては、1次

の低域遮断特性でアクチュエータ7の軸受摩擦やアクチュエータ7と電子回路基板とを接続するFPCの弾性力や磁気ディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受ける慣性力などによる外乱を抑制することができる。すなわち、本発明の実施の形態1のディスク装置は、外部から振動や衝撃が加わりアクチュエータ7に外乱 $\tau_d$ が作用しても、この外乱 $\tau_d$ を速度負荷推定器12により推定し、外部から加わった外乱 $\tau_d$ を打ち消すように制御するように構成されているので、あたかもディスク装置に機械的な防振機構を施したような効果がある。

## 【0087】

図6は、本発明の実施の形態1のディスク装置の速度負荷推定器12の外乱抑制効果について、さらに詳しく説明するための時間応答波形図である。

## 【0088】

図6は、本発明のディスク装置で、切換信号 $t$ により切換器57が閉じられた状態、すなわち速度負荷推定器12の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が切換器57を介して位置制御器14に入力され、速度負荷推定器12の生成する負荷推定信号 $\tau_d$ が補正器15に入力された本発明のディスク装置の衝撃に対する時間応答波形図と、比較のために速度負荷推定器12を適用しない従来のディスク装置の衝撃に対する時間応答波形図を示す。

## 【0089】

図6(a)は、外部から最大角加速度( $d\omega_0/dt$ )が $1000\text{ rad/s}^2$ (ラジアン/秒<sup>2</sup>)の半正弦波状の回転衝撃が磁気ディスク装置に加わったときに、アクチュエータ7が受ける慣性力の外乱 $\tau_d$ の波形61(破線で示す)と、速度負荷推定器12が出力する負荷推定信号 $\tau_d$ の波形62を示す。アクチュエータ7の軸受4の回りの慣性モーメントJを $1\text{ g}\cdot\text{cm}^2$ とすれば、外乱 $\tau_d$ の最大値は、

## 【0090】

【数17】

$$\tau_{dmax} = J \cdot \frac{d\omega_0}{dt}$$

$$= 1000 \text{dyn} \cdot \text{cm}$$

となる。

【0091】

ここで、(数13) および (数14) の制御パラメータを決定する推定周波数  $f_0$  ( $\omega_0 = 2\pi f_0$ ) とダンピングファクタ  $\zeta_0$  の値をそれぞれ 3 kHz および 1 に選び、位置決め制御系の制御帯域を 400 Hz に設定してシミュレーションを行った。

【0092】

速度負荷推定器 12 は、駆動器 10 の入力である駆動信号  $u$  と電圧検出器 11 の出力する電圧信号  $V_a$  からアクチュエータ 7 に作用する外乱トルク  $\tau_d$  を推定し、わずかの時間遅れは存在するが、実際の外乱  $\tau_d$  とほぼ相似の負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  を出力する。

【0093】

図6 (b) は、速度負荷推定器 12 の出力する負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  を補正器 15 に入力して外乱  $\tau_d$  による変動を打ち消すように負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  をアクチュエータ 7 に作用させた場合の駆動電流  $I_a$  の波形 64 と、負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  を補正器 15 に入力しない場合の駆動電流  $I_a$  の波形 63 のシミュレーション結果を示す。なお、アクチュエータ 7 のトルク定数  $K_t$  は、23 dyn·cm/mA である。磁気ディスクに記録されたサーボ情報は、一定のサンプリング周期をもつ離散的な状態でディスクに記録されているため、ヘッド位置信号は連続信号ではない。したがって、デジタル処理の行われる位置制御器 14 の位置制御信号  $c$  は、階段状に変化する。その結果、負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  を補正器 15 に入力しない場合のアクチュエータ 7 の駆動電流  $I_a$  の波形は、位置制御信号  $c$  の波形と同じになり、図6 (b) の波形 63 に示すように階段状に変化する ( $I_a = g_m \cdot c = g_m \cdot u$ )。負荷推定信号  $\tau_{d_{est}}$  を補正器 15 に入力した場合のアク

チュエータ7の駆動電流Iaの波形64は、位置制御器14の位置制御信号cに速度負荷推定器12の負荷推定信号 $\tau_d$ estを補正器15により加算されて生成されるため、磁気ディスク装置に回転衝撃が加わった時点( $t = 0$ )からの時間遅れが、図6(b)の波形63に比べて少ない。

## 【0094】

図6(c)は、速度負荷推定器12の出力する負荷推定信号 $\tau_d$ estを補正器15に入力して外乱の変動を打ち消すように負荷推定信号 $\tau_d$ estをアクチュエータ7に作用させた場合の位置誤差信号eの波形66と、速度負荷推定器12を適用しない場合の位置誤差信号eの波形65のシミュレーション結果を示す。外部から半正弦波状の回転衝撃がディスク装置に加わっても、速度負荷推定器12を適用すれば、波形66のように位置誤差信号eは大きく変動せず、速度負荷推定器12を適用しない場合の波形65と比較して外乱抑制効果が改善されている。

## 【0095】

本発明の実施の形態1のディスク装置は、速度負荷推定器12により外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受ける慣性力などによる外乱を正確に推定することができる。得られた負荷推定信号 $\tau_d$ estを補正器15に加えてアクチュエータ7に作用する外乱 $\tau_d$ を打ち消すように制御できるのでトラックずれを抑制することができ、磁気ヘッド2は目標トラックに高精度に位置決め制御される。

## 【0096】

さらに、本発明の実施の形態1のディスク装置は、速度負荷推定器12の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が切換器57を介して位置制御器14に入力されているので、外部からの振動や衝撃によりアクチュエータ7が慣性力を受けヘッドを移動させようとしても、位置制御器14のブロック21を構成するブロック55と減算器56の作用により負帰還が施されているので、ヘッドのトラックずれが抑制される。また、位置制御信号cを生成するのに、ヘッドで検出した位置誤差信号eだけを用いるのではなく、速度負荷推定器12で得られた速度推定信号 $v_{est}$ を併用するので、振動や衝撃で磁気ヘッドがディスク面より離脱し、瞬間に

サーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。

## 【0097】

したがって、本発明の実施の形態1のディスク装置は、振動や衝撃に対して安定なフォローリング制御が可能で、ディスク装置の信頼性を向上させることができる。

## 【0098】

一般に磁気ディスク装置では、フォローリングのためのサーボ情報は、装置組立後にサーボトラックライタ（STW）と呼ばれる特別な設備によりディスク面に記録される。したがって、サーボ情報の記録されたトラックは、基本的には回転中心に対して偏心は発生しない。しかし、最近の傾向としては、装置組立後にサーボ情報を記録するのではなく、あらかじめサーボ情報が記録されたディスクを装置に組み込むことがしばしば実施され、装置の低コスト化が図られている。このようにトラックが偏心したディスク装置において、切換器57を開閉して磁気ヘッドのフォローリング動作を行った場合について、図7を用いて説明する。

## 【0099】

図7は、本発明の実施の形態1のディスク装置の切換器57の切換による効果について、さらに詳しく説明するための時間応答波形図である。

## 【0100】

図7において、図7(a)は、ディスク装置の目標トラックの偏心量を示し、例として最大偏心量が $10 \mu m$ のディスクの回転周期に同期した正弦波波形としてシミュレーションを行った。図7(b)は、本発明のディスク装置で、切換信号 $t$ により切換器57が閉じられた状態、すなわち速度負荷推定器12の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が切換器57を介して位置制御器14に入力されたときのフォローリング誤差 $e$ のシミュレーション結果を示す。図7(c)より、切換器57を開じた状態では、偏心量 $10 \mu m$ に対して、フォローリング誤差は、約 $10 \mu m$ 存在したままで、磁気ヘッドは目標トラックに追従していない。図7(c)は、本発明のディスク装置で、切換器57が開放された状態で、速度推定信号 $v_{est}$ が位置制御器14に入力されていないときのフォローリング誤差 $e$ のシミ

ュレーション結果を示す。図7(c)より、切換器57を開放した状態では、目標トラックの偏心量10μmに対して、フォローリング誤差は、約2μmで、磁気ヘッドは目標トラックに追従している。

### 【0101】

以上より、本発明の実施の形態1のディスク装置では、速度負荷推定器12で生成される負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ の大きさをレベル検出器16で常に監視しており、速度負荷推定器12で生成される負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ の大きさが所定レベルを超えたときには、レベル検出器16より“H”レベルの切換信号 $t$ が出力される。切換信号 $t$ は、瞬時に切換器57を閉じて速度負荷推定器12で生成される速度推定信号 $v_{est}$ を位置制御器14(ブロック21)へ帰還するように構成している。したがって、位置制御器14には、速度負荷推定器12の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が切換器57を介して入力されているので、磁気ディスク装置で、データを記録再生しているときに大きな振動や衝撃が加わっても磁気ヘッドが目標トラックから大きくずれることはない。一方、速度負荷推定器12で生成される負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ の大きさが所定レベル内にあるときは、レベル検出器16より“L”レベルの切換信号 $t$ が出力される。切換信号 $t$ は、切換器57を開放して速度負荷推定器12で生成される速度推定信号 $v_{est}$ を位置制御器14へ入力しないように構成している。したがって、位置制御器14には、速度負荷推定器12の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が入力されていないので、磁気ディスク装置は、磁気ヘッドを目標トラックに正確に追従させることができる。

### 【0102】

なお、上述した本発明の実施の形態1のディスク装置では、速度負荷推定器12に対する一方の入力信号としてブロック47から出力される駆動信号 $u$ を入力するように構成したが、駆動信号 $u$ の代わりにブロック22から出力される駆動器10の出力する駆動電流 $I_a$ を用いても同様の効果を得ることは言うまでもない。

### 【0103】

なお、上述してきた実施の形態1では、速度負荷推定器12の生成する負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ を補正器15へ出力し、速度推定信号 $v_{est}$ を切換器57を介して

位置制御器14へ出力しているが、アクチュエータ7に加わる軸受摩擦やFPCの弾性力や外部から加わる振動や衝撃が比較的小さい場合には、負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ を補正器15へ出力する必要はなく、速度推定信号 $v_{est}$ を位置制御器14へ負帰還するだけでもヘッドのトラックずれを十分抑制することができ、補正器15を省略することができる。

## 【0104】

## (実施の形態2)

図8は本発明の実施の形態2にかかるディスク装置の構成を示すブロック図である。図9は、実施の形態2のディスク装置におけるヘッド位置決め制御系の全体構成を示すブロック線図である。なお、前述の実施の形態1と同一の機能を有するものについては同一の参照符号を付して重複した説明は省略する。

## 【0105】

図8に示す実施の形態2のディスク装置において、図1の実施の形態1と異なるところは、速度負荷推定器に入力される信号である。すなわち、図1の実施の形態1では、電圧検出器11の生成する電圧信号 $V_a$ と駆動器10に入力される駆動信号 $u$ とが速度負荷推定器12へ入力される構成であったが、図8の実施の形態2では、電圧検出器11の生成する電圧信号 $V_a$ と位置制御器14の生成する位置制御信号 $c$ とが速度負荷推定器18に入力されるように構成されている。

## 【0106】

図8の速度負荷推定器18で生成された負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ は、補正器15に入力されている。補正器15は、位置制御器14の出力する位置制御信号 $c$ と速度負荷推定器18の負荷推定信号 $\tau_{d_{est}}$ とが入力され、補正器15で補正演算を施した後、駆動信号 $u$ を駆動器10へ出力する。

## 【0107】

図9の一点鎖線で囲んだ部分のブロック60が速度負荷推定器18のブロック線図である。速度負荷推定器18には、加算器28の出力である電圧検出器11の生成する電圧信号 $V_a$ とブロック21で表される位置制御器14の生成する位置制御信号 $c$ とが入力される。

## 【0108】

前述の実施の形態1の速度負荷推定器12では、次のようにしていた。補正信号 $\alpha$ に第1の積分器のブロック43の係数( $g2/s$ )を乗算して得られた信号と補正信号 $\alpha$ に第2の乗算器のブロック44の係数( $g1$ )を乗算して得られた信号とを加算器38で加算する。その加算結果で得られた信号と、第1の乗算器のブロック41の係数( $g_{mn} \cdot K_{tn}$ )を乗算して得られた駆動トルク推定信号 $\tau_{est}$ とが減算器31に入力される。減算器31で減算して得られた信号 $\gamma$ を第2の積分器のブロック42に入力していた。すなわち、補正信号 $\beta$ が加算された駆動信号 $u$ を速度負荷推定器12に入力しているために、図2の加算器38を必要としていた。

## 【0109】

しかし、実施の形態2の速度負荷推定器18では、補正信号 $\beta$ が加算される前の位置制御信号 $c$ を入力する構成であるため、図2に示すような加算器38は不要である。

## 【0110】

なお、図8において、ブロック32とブロック33を合わせたブロック41が第1の乗算器、ブロック44が第2の乗算器を構成し、ブロック43が第1の積分器、ブロック34とブロック35を合わせたブロック42が第2の積分器を構成している。

## 【0111】

このように構成された実施の形態2のディスク装置における速度負荷推定器18の動作について、前述の実施の形態1の速度負荷推定器12の動作と比較して図2および図9を参照しつつ説明する。

## 【0112】

まず、図2において、実施の形態1の速度負荷推定器12を構成する第2の積分器42の入力を $\gamma$ とすれば、信号 $\gamma$ は、減算器31に着目して、

## 【0113】

【数18】

$$r = \tau_{est} - (\tau_{dest} + g_1 \cdot \alpha)$$

$$= g_{mn} \cdot K_{tn} \cdot u - (\tau_{dest} + g_1 \cdot \alpha)$$

ところが、駆動信号  $u$  は、図2の加算器4 6に着目して(数19)で表わされる。

【0114】

【数19】

$$u = c + \beta$$

$$= c + \frac{1}{g_{mn} \cdot K_{tn}} \cdot \tau_{dest}$$

したがって、(数18)および(数19)より、信号  $r$  は、(数20)で表わすことができる。

【0115】

【数20】

$$r = g_{mn} \cdot K_{tn} \cdot c - g_1 \cdot \alpha$$

(数20)をもとにして、図2に示す実施の形態1の速度負荷推定器1 2のブロック線図3 0を書き換えると、図9に示す速度負荷推定器1 8のブロック線図6 0のようになる。図9に示すように、位置制御器1 4(ブロック2 1)の生成する位置制御信号  $c$  がブロック3 2の乗算器に入力され、ブロック3 2の出力はブロック3 3の乗算器に入力されている。このため、位置制御信号  $c$  に係数( $g_{mn} \cdot K_{tn}$ )を乗算することにより駆動トルク推定信号  $\tau_{est}$  を求めることができる。

【0116】

一方、負荷推定信号  $\tau_{dest}$  は、ブロック4 7で表される補正器1 5に入力される。したがって、前述の実施の形態1と同様に実施の形態2のディスク装置は

、速度負荷推定器18の働きにより、電圧検出器11の生成する電圧信号 $V_a$ と位置制御器14の生成する位置制御信号 $c$ とからヘッド移動速度 $v$ とアーム3に作用する外乱トルク $\tau_d$ を推定し、速度推定信号 $v_{est}$ と負荷推定信号 $\tau_d_{est}$ とを出力する。速度推定信号 $v_{est}$ は、外部からの振動や衝撃によりアクチュエータ7が慣性力を受けてもヘッド2を移動させないように負帰還を施すために位置制御器14に入力される。負荷推定信号 $\tau_d_{est}$ は、軸受摩擦や弾性力や慣性力などのアーム3に作用する外乱 $\tau_d$ を打ち消すように補正器15に入力される。

#### 【0117】

その結果、本発明の実施の形態2のディスク装置は、速度負荷推定器18により、外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受ける慣性力などによる外乱を正確に推定することができる。アクチュエータ7に加わる軸受摩擦やFPCの弾性力や外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ7の受ける慣性力などによる外乱 $\tau_d$ が作用しても、この外乱 $\tau_d$ を速度負荷推定器18により推定し、推定された負荷推定信号 $\tau_d_{est}$ をもって外部から加わった外乱 $\tau_d$ を打ち消すように制御するように構成されている。したがって、実施の形態1と同様、外部から加わった外乱 $\tau_d$ が、あたかも（数16）および図5の遮断周波数特性を有するフィルタを通して位置決め制御系に加わったように作用する。

#### 【0118】

したがって、本発明の実施の形態2のディスク装置では角周波数 $\omega_0$ 以下の周波数においては、1次の低域遮断特性で外乱を抑制することができる。外乱によるトラックずれを抑制することができるので、磁気ヘッド2は目標トラックに高精度に位置決め制御される。さらに、本発明の実施の形態2のディスク装置は、速度負荷推定器18の生成する速度推定信号 $v_{est}$ が位置制御器14に入力されているので、外部からの振動や衝撃によりアクチュエータ7が慣性力を受けヘッドを移動させようとしても、位置制御器14のブロック21を構成するブロック55と減算器56の作用により負帰還が施されているので、ヘッドのトラックずれを抑制される。

#### 【0119】

また、位置制御信号 $c$ を生成するのに、ヘッドで検出した位置誤差信号 $e$ だけ

を用いるのではなく、アクチュエータ7の駆動において発生する電圧信号V<sub>a</sub>と駆動器10における駆動信号uまたは位置制御器14における位置制御信号cとを入力として、速度負荷推定器18で得られた速度推定信号v<sub>est</sub>を併用する。したがって、振動や衝撃で磁気ヘッド2がディスク1より離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッド2をディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。

#### 【0120】

したがって、振動や衝撃に対して安定なフォローリング制御が可能で、ディスク装置の信頼性を向上させることができる。

#### 【0121】

以上より、本発明の実施の形態2のディスク装置では、速度負荷推定器18で生成される負荷推定信号τ<sub>d est</sub>の大きさをレベル検出器16で常に監視しており、速度負荷推定器18で生成される負荷推定信号τ<sub>d est</sub>の大きさが所定値レベルを超えたときには、レベル検出器16より“H”レベルの切換信号tが出力される。切換信号tは、瞬時に切換器57を閉じて速度負荷推定器18で生成される速度推定信号v<sub>est</sub>を位置制御器14へ帰還するように構成している。したがって、位置制御器14には、速度負荷推定器18の生成する速度推定信号v<sub>est</sub>が切換器57を介して入力されているので、磁気ディスク装置で、データを記録再生しているときに大きな振動や衝撃が加わっても磁気ヘッド2が目標トラックから大きくずれることはない。一方、速度負荷推定器18で生成される負荷推定信号τ<sub>d est</sub>の大きさが所定レベル内にあるときは、レベル検出器16より“L”レベルの切換信号tが出力される。切換信号tは、切換器57を開放して速度負荷推定器18で生成される速度推定信号v<sub>est</sub>を位置制御器14へ入力しないように構成している。したがって、位置制御器14には、速度負荷推定器18の生成する速度推定信号v<sub>est</sub>が入力されていないので、磁気ディスク装置は、磁気ヘッドを目標トラックに正確に追従させることができる。

#### 【0122】

実施の形態2のディスク装置によれば、速度負荷推定器18と補正器15の構成に必要な加算器の数を実施の形態1のディスク装置に比べて削減することができ

きる。したがって、実施の形態2のディスク装置は、実施の形態1と比べて、より簡単な構成で、ヘッド移動速度  $v$  と軸受摩擦や弾性力や慣性力などのアーム3に作用する外乱  $\tau_d$  を推定することが可能となり、ヘッドの位置決め制御を安定に行うことができ、磁気ヘッド2を狭いトラックピッチで形成された目標トラックに高い精度で位置決めさせることができる。

#### 【0123】

さらに、実施の形態2のディスク装置においては、加算器の数を削減したことにより、位置制御系をアナログ回路などのハードウェアで実現する場合には、回路の調整を簡単化できる。また、位置制御系をソフトウェアで実現する場合には、演算処理による演算時間遅れを短縮することが可能となり、より制御帯域を高めることができが可能となる。図2のブロック30と同じように構成された速度負荷推定器18においては、磁気ディスク装置のセクタサーボのサンプリング周波数の影響を受けない。したがって、速度負荷推定器18の制御帯域は、位置決め制御系の制御帯域よりも高く設定することができる。

#### 【0124】

なお、上述してきた各実施の形態では、図2および図9の位置制御器14に含まれるブロック54では、(数2)で表現される伝達関数  $Gx(z)$  のデジタルフィルタ処理を施している。ここで、(数2)の括弧中の第2項  $a_d(1-z^{-1})$  は、位置情報である位置誤差信号  $e (= r - x)$  を微分処理したこと相当する。しかし、位置制御器14に含まれる減算器56には、ブロック55を介して速度推定信号  $v_{est}$  の速度項が負帰還され、位置情報を微分したことと等価な処理を施している。したがって、上述してきた各実施の形態では、(数2)の括弧中の第2項は省略してもよく、伝達関数  $Gx(z)$  のデジタルフィルタ処理を簡単化することができる。

#### 【0125】

なお、上述してきた各実施の形態では、乗算器や積分器はアナログ・フィルタで構成するもので説明したが、デジタル・フィルタで構成することも可能である。さらに、各実施の形態の位置決め制御系を構成する各部についてはマイクロコンピュータによるソフトウェアにより実現するようにしてもよい。

## 【0126】

なお、以上説明した各実施の形態では磁気ディスク装置で説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

## 【0127】

## 【発明の効果】

以上のように本発明のディスク装置によれば、速度負荷推定手段によりアクチュエータ手段の軸受摩擦やアクチュエータ手段と回路基板とを接続するFPC（フレキシブルプリント回路）の弾性力やディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ手段に作用する慣性力などの外乱を正確に推定することができ、それらの外乱の変動が大きくても、外乱の変動を補償できるので、目標トラックに対するヘッドの位置決め精度を向上させることできる。併せて、ディスク装置に外部から加わる振動や衝撃によりアクチュエータ手段の受ける慣性力を打ち消すことで、ディスク装置の耐衝撃特性を向上させることができ、ヘッドの位置決め制御を安定に行うことができる。

## 【0128】

また、位置制御手段で位置制御信号を生成するのに、ヘッドで検出した誤差信号だけを用いるのではなく、速度負荷推定手段で得られた速度推定信号を併用するので、振動や衝撃でヘッドがディスクより離脱し、瞬間にサーボ情報を正確に検出できなくても、ヘッドをディスク外周または内周へ移動させるような誤動作を防ぐことができる。

## 【0129】

また、ディスク装置が外部から受ける振動や衝撃に対して、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号をレベル検出手段で常に監視しておき、所定のレベルを超えた場合には、速度負荷推定手段で生成される速度推定信号を位置制御手段へ帰還するように構成しているので、ディスク装置で、データを記録再生しているときに大きな振動や衝撃が加わってもヘッドが目標トラックから大きくずれることはない。一方、速度負荷推定手段で生成される負荷推定信号の大きさが所定レベル内にあるときは、速度負荷推定手段で生成される速度推定信号を位置制御手段へ入力しないように構成しているので、ヘッドを目標トラックに正確に追従

させることができる。

【0130】

したがって、本発明のディスク装置は、携帯型のコンピュータなどに搭載され、データの記録時に外部から大きな振動や衝撃を受けても、大きなトラックずれを発生することができないので、振動や衝撃に対しても信頼性の高いディスク装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかるディスク装置の構成を示すブロック図

【図2】 本発明の実施の形態1の位置決め制御系の全体構成を示すブロック線図

【図3】 本発明の実施の形態1の速度負荷推定器の負荷推定動作を説明するためのブロック線図(a)と、(a)のブロック線図を等価変換したブロック線図(b)と、(a)のブロック線図をまとめて表現したブロック線図(c)

【図4】 本発明の実施の形態1のディスク装置に加わる外乱を抑制する動作を説明するためのブロック線図(a)と、(a)のブロック線図を等価変換したブロック線図(b)

【図5】 本発明の実施の形態1のディスク装置に加わる外乱に対する遮断周波数特性図

【図6】 本発明の実施の形態1のディスク装置に加わる外乱の変動と速度負荷推定器が出力する負荷推定信号の時間波形図(a)と、速度負荷推定器を適用した場合と速度負荷推定器を適用しない従来の場合の違いを示す駆動電流時間波形図(b)と、速度負荷推定器を適用した場合と速度負荷推定器を適用しない従来の場合の違いを示すトラック誤差の時間波形図(c)

【図7】 本発明の実施の形態1のディスク装置のトラック偏心の時間波形図(a)と、切換器を閉じた状態での誤差信号の時間波形図(b)と、切換器を開放した状態での誤差信号の時間波形図(c)

【図8】 本発明の実施の形態2にかかるディスク装置の構成を示すブロック図

【図9】 本発明の実施の形態2の位置決め制御系の全体構成を示すブロック線図

## 【符号の説明】

- 1 磁気ディスク
- 2 磁気ヘッド
- 3 アーム
- 4 軸受
- 5 駆動コイル
- 6 固定子
- 7 アクチュエータ（アクチュエータ手段）
- 10 駆動器（駆動手段）
- 11 電圧検出器（電圧検出手段）
- 12, 18 速度負荷推定器（速度負荷推定手段）
- 13 位置検出器（位置検出手段）
- 14 位置制御器（位置制御手段）
- 15 補正器（補正手段）
- 16 レベル検出器（レベル検出手段）
- 32, 33 第1の乗算器（第1の乗算手段）
- 43 第1の積分器（第1の積分手段）
- 44 第2の乗算器（第2の乗算手段）
- 34, 35 第2の積分器（第2の積分手段）
- 37 比較器（比較手段）
- 57 切換器（切換手段）
- u 駆動信号
- e 誤差信号
- c 位置制御信号
- v ヘッド移動速度
- $v_{est}$  速度推定信号
- $\tau$  駆動トルク

$t$  切換信号

$\tau_d$  外亂負荷

$\tau_{d\_{est}}$  負荷推定信号

$I_a$  駆動電流

$I_{a\_{est}}$  推定電流

$E_a$  誘起電圧

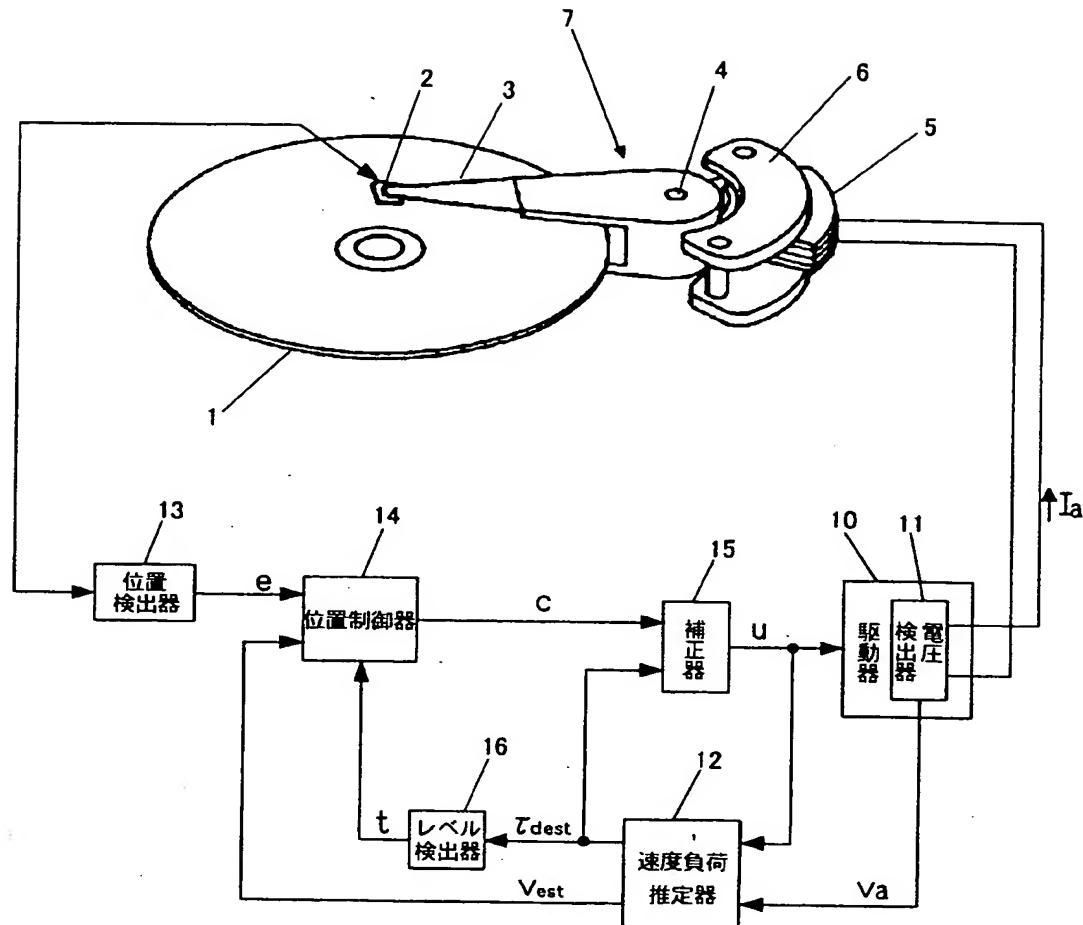
$E_{a\_{est}}$  誘起電圧推定信号

$V_{a\_{est}}$  電圧推定信号

$\beta$  補正信号

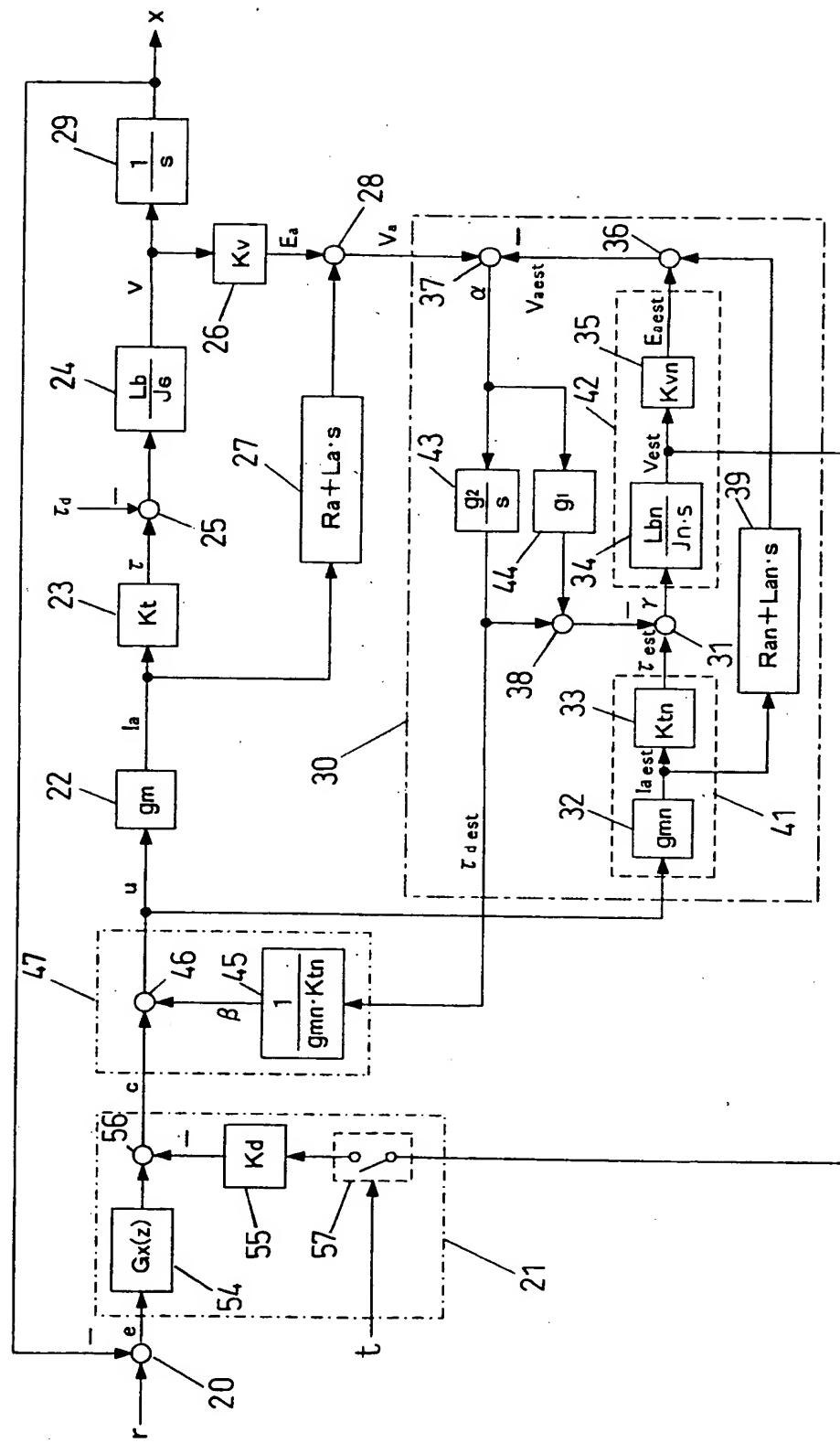
【書類名】 図面

【図1】

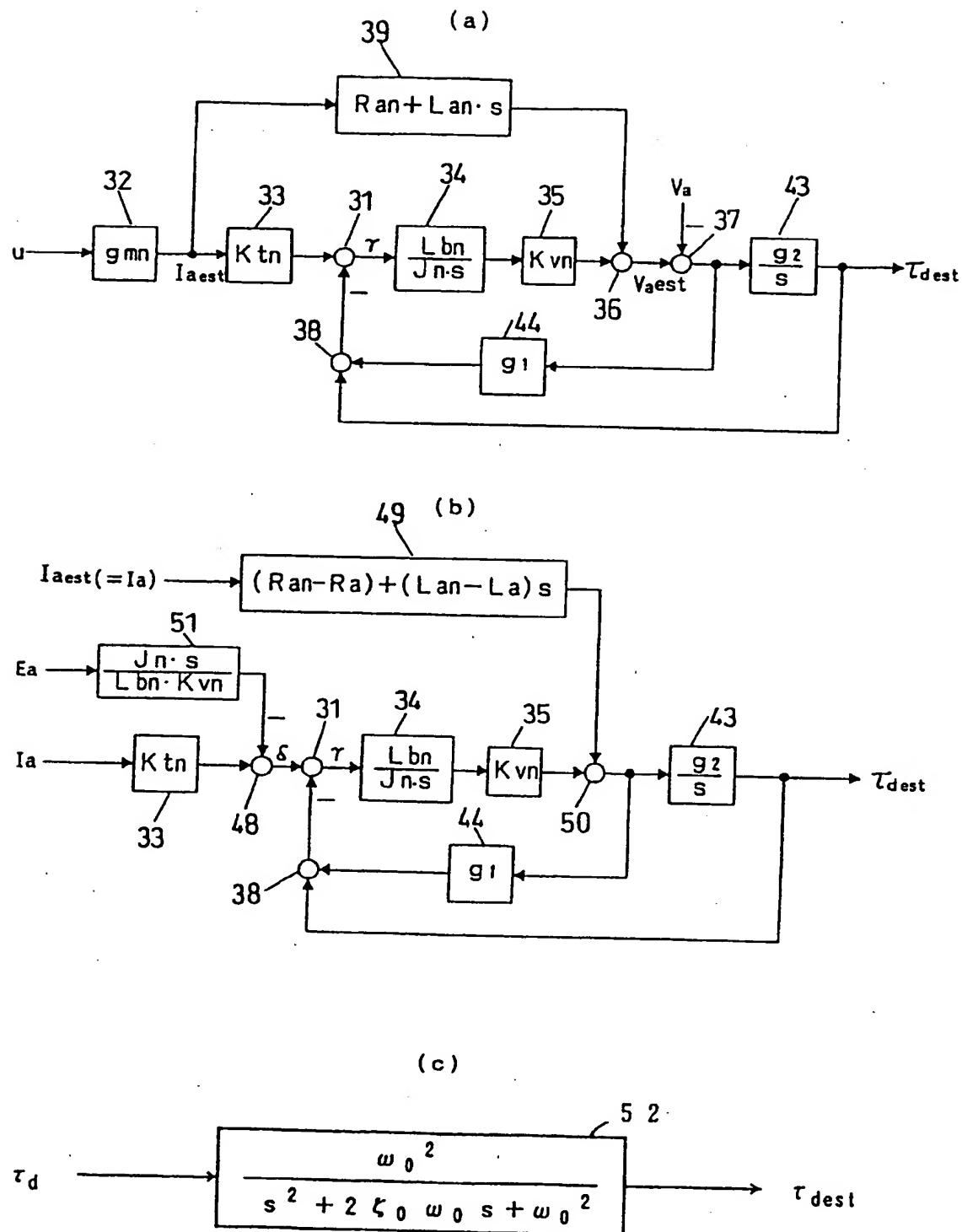


1 磁気ディスク	5 駆動コイル	e 位置誤差信号
2 磁気ヘッド	6 固定子	c 位置制御信号
3 アーム	7 アクチュエータ	u 駆動信号
4 軸受		t 切換信号
		Va 電圧信号
		$\tau_{dest}$ 負荷推定信号
		$V_{est}$ 速度推定信号

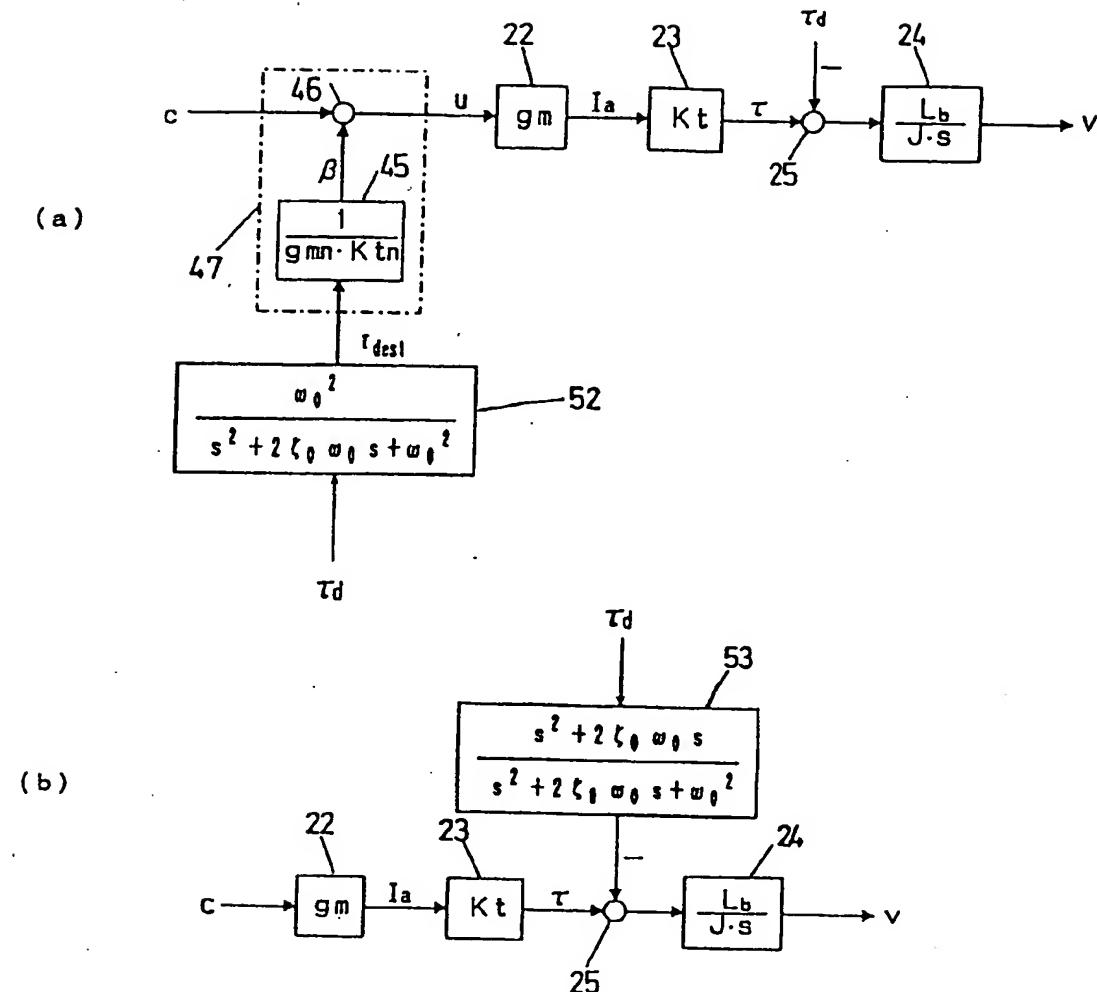
【図2】



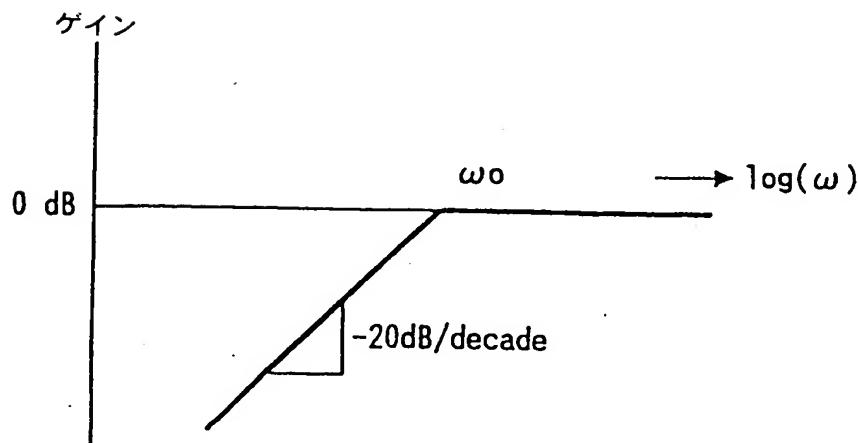
【図3】



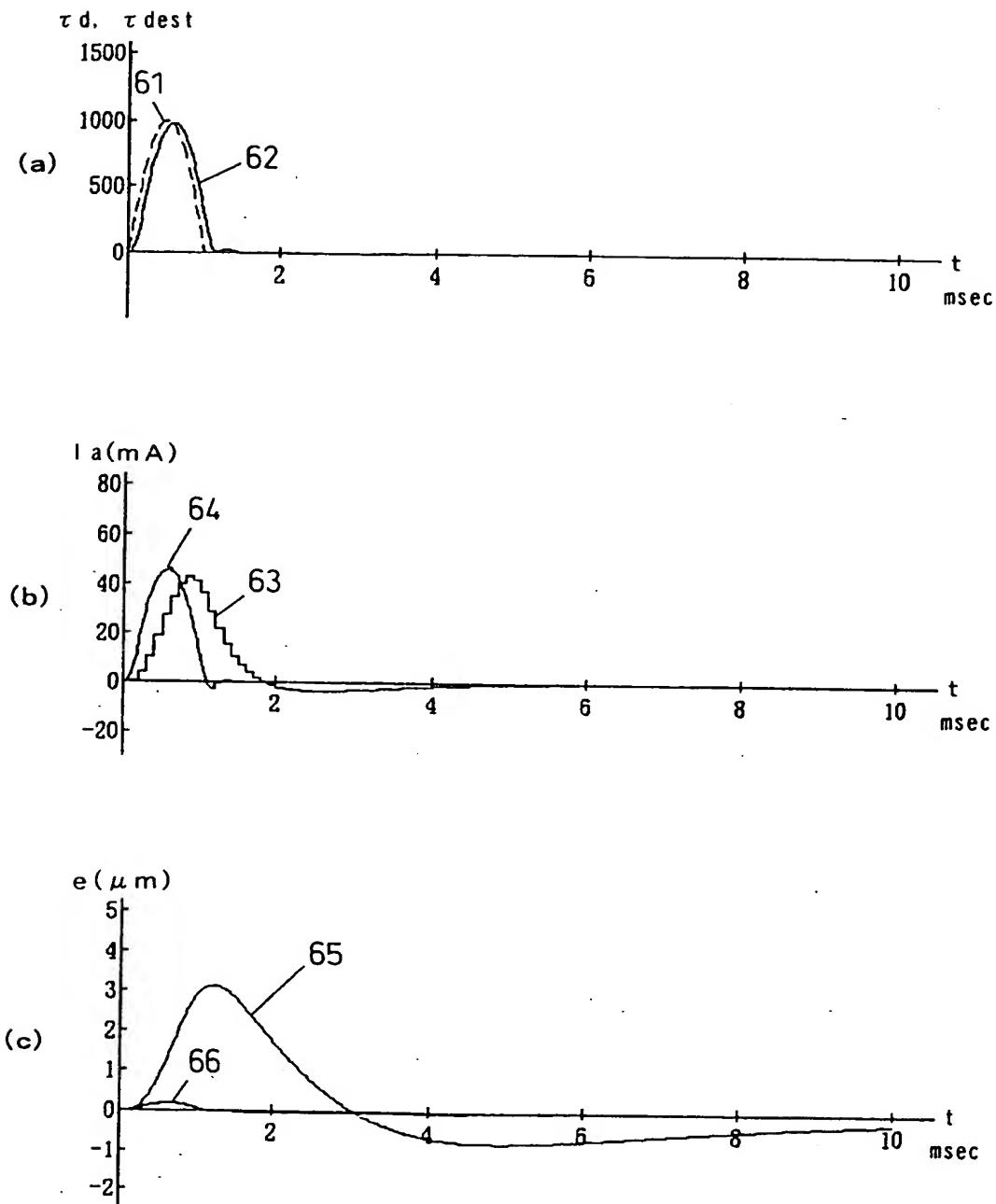
【図4】



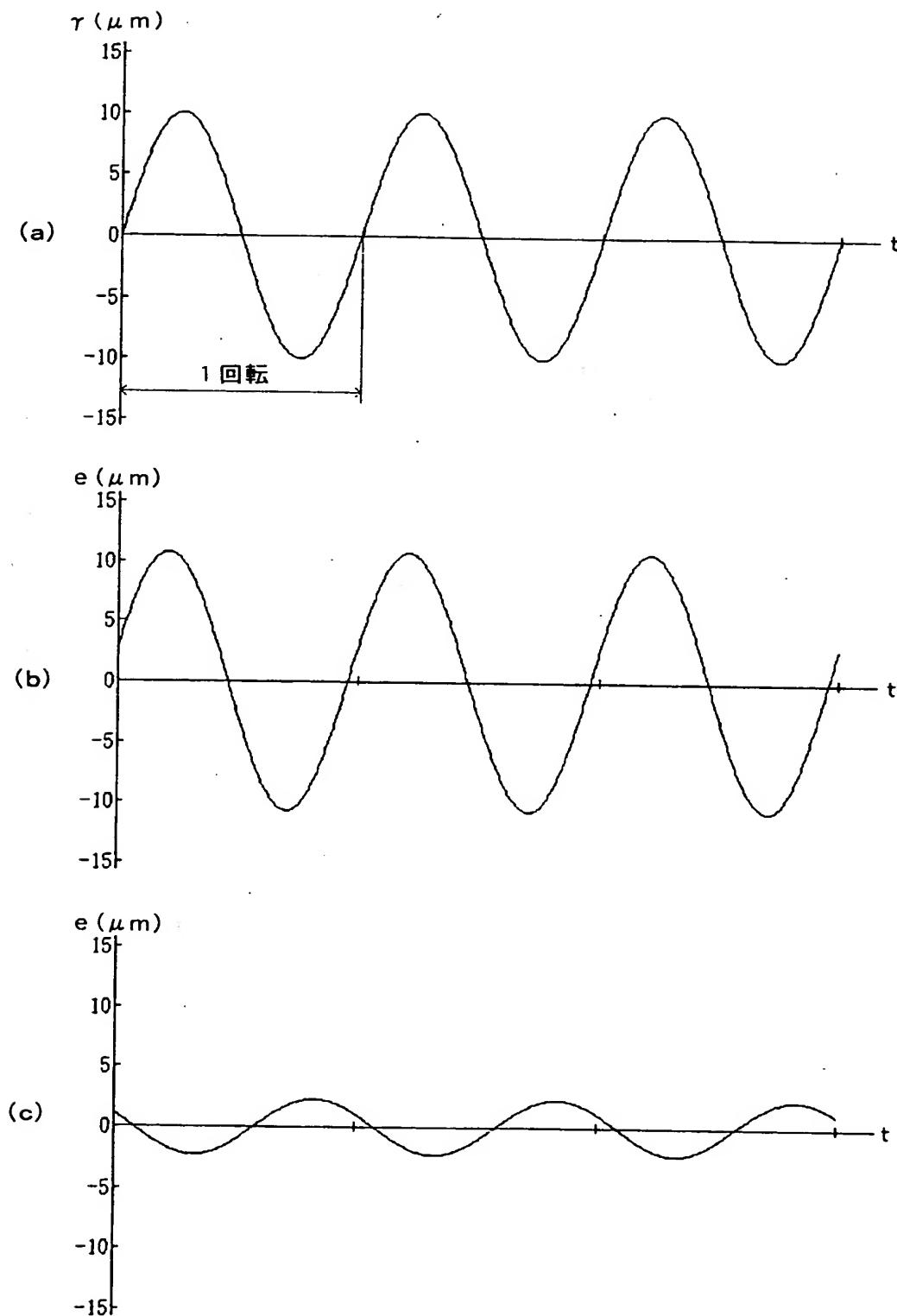
【図5】



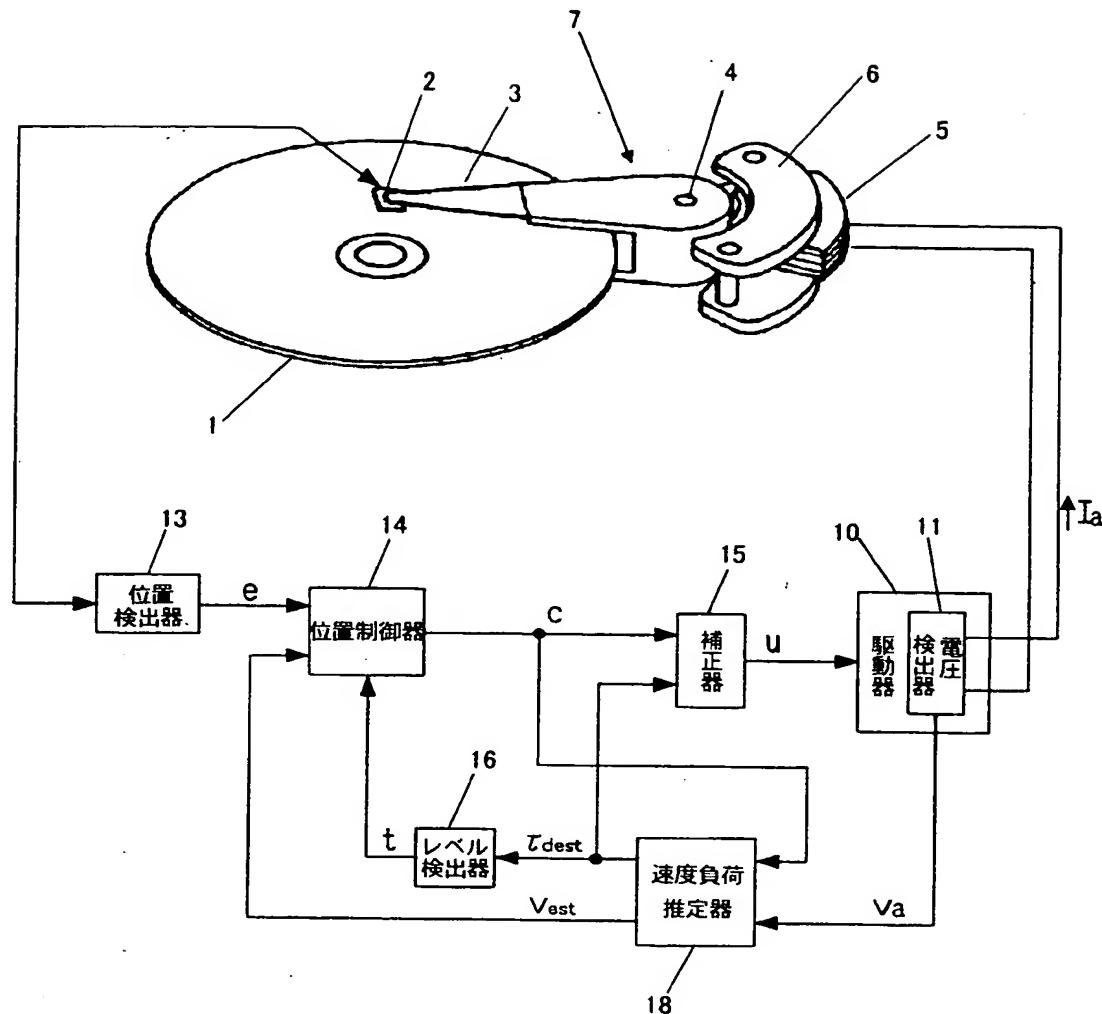
【図6】



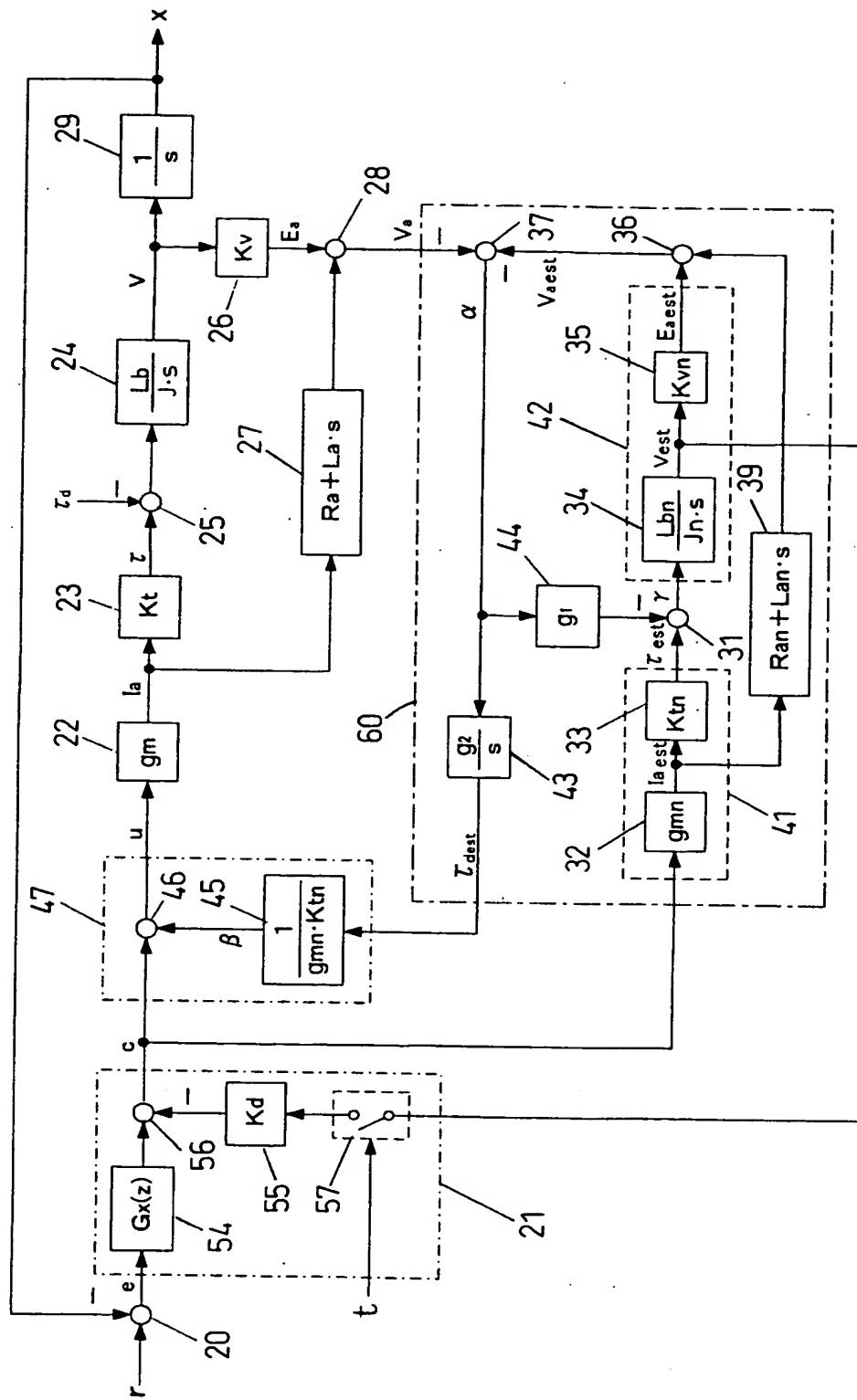
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 データ記録再生時に大きな振動や衝撃が加わっても、磁気ヘッドの安定な位置決め制御が可能な信頼性の高いディスク装置を提供する。

【解決手段】 ディスク1に磁気ヘッド2を位置決めするアクチュエータ7と、アクチュエータの駆動手段10と、アクチュエータ駆動で発生する電圧信号 $V_a$ を出力する電圧検出手段11と、駆動信号 $u$ と電圧信号 $V_a$ からヘッド2の移動速度とヘッドに加わる外乱負荷の大きさを推定し速度推定信号 $v_{est}$ と負荷推定信号 $\tau d_{est}$ を出力する速度負荷推定手段12と、ヘッド現在位置に対応した位置誤差信号 $e$ を生成する位置検出手段13と、位置誤差信号 $e$ と速度推定信号 $v_{est}$ より位置制御信号 $c$ を生成する位置制御手段14と、負荷推定信号 $\tau d_{est}$ と位置制御信号 $c$ より駆動信号 $u$ を出力する補正器15と、負荷推定信号 $\tau d_{est}$ が所定値を超えたときに切換信号 $t$ を出力するレベル検出手段16とを備える。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-075519
受付番号	50100378369
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成13年 3月19日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成13年 3月16日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社